

PERANCANGAN *SMART HOME* BASE BERBASIS IOT UNTUK SKALA PERUMAHAN

Duta Catur Pamungkas Putra^{1*}, Imani Rizkia Dawami¹, Muhammad Rofiul Haq¹, Achmad Daffa Danang Luthfiansyah¹, Alfian Mubarak¹, Dafit Ari Prasetyo¹

¹ Prodi Teknik Energi Terbarukan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember, Jember 68101 Indonesia

*Email: dutacaturpamungkas01@gmail.com

Abstract

World energy demand continues to increase by 45% until 2030 based on projections of the International Energy Agency (IEA) with an average increase of 1.6% per year. About 80% of these energy needs supplied by fossil fuels. This increase occurred due to population growth, industrialization, lifestyle changes, and the use of increasingly complex technology. The household sector is one of the sectors that require energy to meet daily needs. Researchers conducted a study of research results related to rooftop Solar Power Plants, the use of thermoelectric as a producer of electrical energy, and the use of septic tanks for household gas with digesters that have been published in Indonesian-language journals and proceedings. The concept of a smart home base is implemented assuming a simple housing design, in this design than a technical calculation of the feasibility of a Smart Home Base is carried out which considers efficient methods in the development and provision of energy independently based on renewable energy for cost savings and supports government programs about Indonesia Ketahanan Energi 2030. Renewable energy applied to the smart home base concept utilizes Solar Power Plants which are hybrid with Thermoelectric Generators and biogas to replace of the LPG stove. Utilization of IoT-based technology to optimize energy savings at home. The housing concept is assumed with a simple housing design with a daily energy consumption of 5,507 Wh and 1,336 watts of power. The solar system used is 450 Wp for as many as 8 units of solar panels, 12 v 200 Ah battery capacity of as many as 8 units of batteries, and inverters with a power of 2000 Watts.

Keywords: *Renewable energy, Solar panels, Thermoelectric, Biogas, Internet of things.*

Abstrak

Kebutuhan energi dunia terus mengalami peningkatan sebesar 45% hingga tahun 2030 berdasarkan proyeksi *Internasional Energy Agency* (IEA) dengan rata-rata peningkatan 1,6% per tahun. Sekitar 80% merupakan kebutuhan energi yang dipasok dari bahan bakar fosil. Peningkatan ini terjadi disebabkan oleh pertumbuhan penduduk, industrialisasi, perubahan gaya hidup dan penggunaan teknologi yang semakin kompleks. Sektor rumah tangga merupakan salah satu sektor yang membutuhkan energi untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Peneliti melakukan kajian hasil penelitian terkait Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap, penggunaan *thermoelectric* sebagai penghasil energi listrik dan pemanfaatan *septic tank* untuk gas rumah tangga dengan *digester* yang telah dipublikasikan pada jurnal maupun prosiding berbahasa Indonesia. Konsep *smart home base* diimplementasikan dengan asumsi rancangan perumahan sederhana, pada rancangan ini kemudian dilakukan perhitungan teknis kelayakan *smart home base* yang mempertimbangkan metode yang efisien dalam pembangunan dan penyediaan energi secara mandiri berbasis energi terbarukan untuk penghematan biaya serta mendukung program pemerintah yaitu menuju Indonesia ketahanan energi 2030. Energi terbarukan yang diaplikasikan pada konsep *smart home base* memanfaatkan PLTS yang di-*hybrid* dengan *Thermoelectric Generator* serta biogas untuk bahan bakar kompor pengganti LPG. Pemanfaatan teknologi berbasis *Internet of Things* untuk optimalisasi penghematan energi dalam rumah. Konsep perumahan diasumsikan dengan rancangan perumahan sederhana dengan konsumsi energi harian sebesar 5.507 Wh dan daya 1.336 watt. Sistem PLTS yang digunakan 450 Wp sebanyak 8 unit panel surya, kapasitas baterai 12 v 200 Ah sebanyak 8 unit baterai, dan *inverter* dengan daya 2000 Watt.

Kata-kata kunci: Energi terbarukan, Panel surya, Termoelektrik, Biogas, *Internet of things*.

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi dunia terus mengalami peningkatan sebesar 45% hingga tahun 2030 berdasarkan proyeksi *Internasional Energy Agency* (IEA) dengan rata-rata peningkatan 1,6% per tahun [1]. Sekitar 80% merupakan kebutuhan energi yang dipasok dari bahan bakar fosil. Peningkatan ini terjadi disebabkan oleh pertumbuhan penduduk, industrialisasi, perubahan gaya hidup dan penggunaan teknologi yang semakin kompleks. Sektor rumah tangga merupakan salah satu sektor yang membutuhkan energi untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Di Indonesia, kebutuhan energi sektor rumah tangga didominasi oleh energi listrik dan bahan bakar gas. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2019, konsumsi energi listrik oleh rumah tangga mencapai 245.518,17 GWh atau sekitar 22,2% dari total konsumsi energi di Indonesia. Sementara itu, konsumsi bahan bakar gas oleh rumah tangga mencapai 3,3 juta ton setara minyak atau sekitar 5,8% dari total konsumsi energi di Indonesia [2].

Badan Energi Internasional (IEA) mengungkapkan bahan bakar fosil batu bara menyumbang 44% dari total emisi CO₂ global. Pembakaran batu bara adalah sumber terbesar emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang memicu perubahan iklim. Batu bara yang dibakar di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menimbulkan sejumlah polutan seperti Karbon Dioksida (CO₂), Nitrogen Oksida (NO_x), Dinitrogen Oksida (N₂O) dan Sulfur Dioksida (SO₂). Selain menyebabkan masalah pada lingkungan, penambangan batu bara juga menyebabkan masalah sosial antara lain perampasan lahan petani dan nelayan sehingga kehilangan pekerjaan. Di Indonesia pembangkit listrik menjadi penyumbang emisi GRK terbesar sehingga konsumsi energi berperan dalam mengurangi dampaknya khususnya PLTU [3].

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia tahun 2021, kebutuhan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) nasional mencapai 4,44 juta ton. Dari jumlah tersebut, sekitar 79,31% digunakan untuk kebutuhan rumah tangga atau tabung gas 3 kg, sedangkan sisanya digunakan untuk kebutuhan industri dan komersial seperti hotel, restoran, dan lain sebagainya [4]. Indonesia memiliki berbagai macam potensi energi terbarukan yang dapat dijadikan energi alternatif pengganti LPG, salah satunya adalah biogas. Potensi limbah kotoran di peternakan dan tinja manusia sebagai bahan baku biogas sangat besar. Kotoran di peternakan dan tinja manusia mengandung bahan organik yang tinggi dan merupakan sumber daya yang dapat digunakan untuk menghasilkan biogas melalui proses anaerobik. Pemanfaatan limbah kotoran peternakan dan tinja manusia sebagai bahan baku biogas dapat membantu mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan dari limbah tersebut dan menghasilkan sumber energi yang ramah lingkungan. Selain itu, limbah sisa dari proses produksi biogas juga dapat digunakan sebagai pupuk organik yang kaya akan unsur hara bagi tanaman [5].

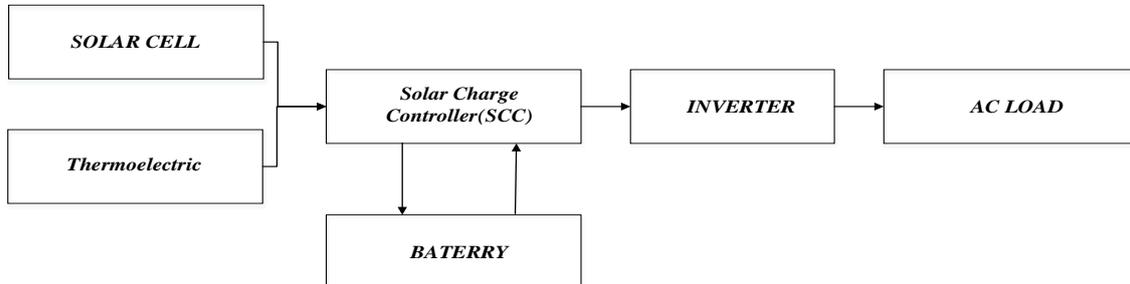
Sustainable Development Goals (SDGs) adalah rencana aksi global yang disepakati oleh para pemimpin di seluruh dunia, termasuk Indonesia, untuk mengatasi kemiskinan, ketidakesetaraan, dan perlindungan lingkungan. SDGs terdiri dari 17 Tujuan dan 169 Target yang diharapkan dapat dicapai pada tahun 2030. Tujuan SDGs No.7 adalah untuk mencapai energi bersih dan terjangkau, dan Tujuan No.9 adalah inovasi dan infrastruktur. Maka pembangunan perumahan dan infrastruktur harus mempertimbangkan aspek energi bersih dan infrastruktur inovatif. Seperti yang kita ketahui sumber energi listrik yang digunakan di Indonesia masih bersumber dari batu bara.

Indonesia sebagai negara tropis mempunyai potensi energi matahari yang tinggi dengan radiasi rata-rata (*insolasi*) sebesar 4,5 kWh/m² /hari [6]. Potensi ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang murah dan tersedia sepanjang tahun. Inovasi penyediaan energi bersih dapat dilakukan pada pembangunan perumahan dan infrastruktur dengan pemasangan PLTS atap *hybrid* dengan generator *thermoelectric* dalam memenuhi kebutuhan energi listrik serta biogas dalam memenuhi kebutuhan gas untuk memasak.

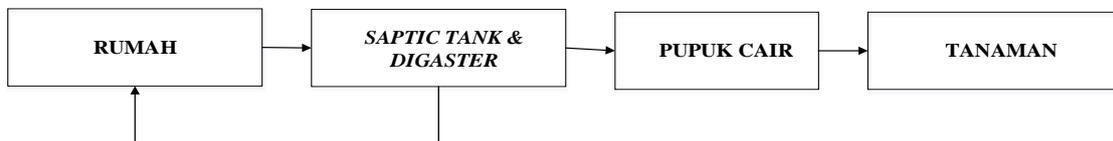
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Dwi Anggraini, Dkk (2017) yang berjudul "Rancang Bangun Ruang Pintar Minimalis Panel Surya dengan Sistem Kontrol Berbasis Arduino". Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk merancang ruangan sederhana pada suatu rumah dengan mengaplikasikan panel surya sebagai sumber listrik dan berbasis *Internet of Things* untuk memudahkan kegiatan manusia [7]. Berdasarkan penelitian tersebut, tujuan dari studi ini adalah merancang konsep pembangunan perumahan yang ramah lingkungan yang hemat dan mandiri energi dengan memanfaatkan panel surya *hybrid* dengan *thermoelectric*, biogas, serta pemasangan teknologi berbasis *internet of things* sehingga dapat meningkatkan kelayakan lingkungan hidup yang berkelanjutan di masa mendatang.

2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Peneliti berfokus pada penjelasan dan pemahaman mendalam mengenai kajian terkait PLTS atap, penggunaan *thermoelectric* sebagai penghasil energi listrik dan pemanfaatan *septic tank* untuk gas rumah tangga dengan *digester* yang sudah dipublikasikan pada jurnal serta prosiding berbahasa Indonesia.



Gambar 1. Gambar skema PLTS atap hybrid thermoelectric



Gambar 2. Gambar skema digaster tanam

2.1. PLTS Atap Hybrid dengan Thermoelectric

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Hybrid dengan *thermoelectric* memanfaatkan energi yang dihasilkan oleh panel surya yang terpasang di atap rumah. Selain menghasilkan listrik, panel surya juga menghasilkan panas yang tidak terpakai. Namun, panas berlebih tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber tambahan energi listrik melalui penggunaan modul *thermoelectric generator*. Mengambil keuntungan dari perbedaan suhu pada modul *thermoelectric generator*, energi listrik tambahan dapat dihasilkan tanpa mengalami pemborosan panas. Energi listrik yang dihasilkan kemudian disimpan pada baterai yang sama dengan baterai yang digunakan oleh PLTS atap. Fungsi peralatan pada PLTS atap hybrid dengan *thermoelectric* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Fungsi peralatan pada PLTS atap hybrid dengan thermoelectric

No	Alat	Fungsi
1.	<i>Solar Cell</i>	<i>Solar cell</i> atau <i>Photovoltaic</i> merupakan perangkat yang berfungsi sebagai media penerima radiasi matahari untuk menghasilkan energi listrik yang akan di simpan ke dalam baterai.
2.	<i>Solar Charge Controller(SCC)</i>	<i>SCC</i> merupakan perangkat yang digunakan sebagai <i>gateway</i> untuk menghubungkan perangkat <i>solar cell</i> dalam pengisian baterai.
3.	Baterai	Baterai berfungsi sebagai penyimpan arus yang diperoleh dari <i>solar cell</i> untuk disalurkan ke beban
4.	<i>Inverter</i>	<i>Inverter</i> berfungsi sebagai alat pengubah arus DC pada <i>battery</i> agar dapat digunakan pada arus AC pada beban.
5.	<i>Thermoelectric</i>	Modul <i>thermoelectric</i> berfungsi mengubah energy panas dari gradien temperatur menjadi energi listrik atau sebaliknya dari energi listrik menjadi gradien temperatur.

Penentuan penggunaan panel surya dapat dihitung dengan persamaan (4) dan (5) guna mengetahui secara pasti jumlah panel yang dibutuhkan dalam memenuhi kebutuhan beban harian. Pemilihan inverter yang

akan digunakan juga dihitung menggunakan persamaan (1) untuk menyesuaikan konsumsi energi harian. Untuk keperluan baterai diperlukan perhitungan menggunakan persamaan (2) dalam menentukan kapasitas baterai yang perlu digunakan agar mempunyai dalam penyimpanan energi yang dihasilkan oleh panel surya. Jika kapasitas baterai sudah ditentukan, maka dapat dilakukan analisis pengisian baterai guna mengetahui lama waktu pengisian baterai mulai 0% - 100% menggunakan persamaan (3)

a. Perhitungan Kapasitas Inverter

$$P_{Inverter} = Total\ Daya + (Total\ Konsumsi\ Energi \times Toleransi\ Daya) \quad (1)$$

b. Rumus Perhitungan Kapasitas Baterai

$$C = \frac{N \times Ed}{Vs \times DOD \times Eff} \quad (2)$$

Dimana :

- C : Kapasitas baterai (Ah)
- N : Jumlah hari otonomi (hari)
- Ed : Konsumsi energy harian (Wh)
- Vs : Tegangan baterai (V)
- DOD : Kedalaman maksimum untuk pengosongan baterai (%)
- Eff : Efisiensi baterai

c. Analisis Waktu Pengisian Baterai (accu)

$$h = \left(\frac{Ah}{A} \right) \quad (3)$$

Dimana :

- Ah : Kapasitas baterai (Ampere hour)
- A : Arus (Ampere)

d. Rumus Kapasitas Panel Surya

$$P_{Kebutuhan\ Panel\ Surya} = \frac{Energi\ Baterai}{Waktu\ Efektif} \quad (4)$$

$$Jumlah\ Panel\ Surya = \frac{P_{Kebutuhan\ Panel}}{Spesifikasi\ Panel} \quad (5)$$

2.2 Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian zat organik secara biologis dan menghasilkan beberapa jenis gas, diantaranya adalah gas metana CH₄ (50 – 70%), karbondioksida CO₂ (25 – 45%), dan hidrogen H₂, nitrogen N₂, uap air H₂O, serta hidrogen sulfida H₂S dalam jumlah kecil [8]. Potensi produksi biogas di negara Indonesia memiliki andil terhadap pemenuhan teknologi reaktor biogas untuk meningkatkan kapasitas produksi energi terbarukan [9]. Implementasi kegiatan diseminasi teknologi reaktor biogas juga telah dimanfaatkan oleh negara-negara maju sebagai energi terbarukan dan sumber bahan bakar alternatif hasil produk biogas [10]. Pada konsep rancang bangun *smart home base* berbasis IoT untuk skala perumahan ini akan membuat *digaster* tanam di bagian belakang rumah yang terintegrasi dengan *septic tank* sebagai bahan pembuatan gas yang nantinya akan disalurkan ke kompor untuk memasak. Fungsi dan peralatan yang digunakan dalam pemanfaatan biogas ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Fungsi peralatan pada pemanfaatan biogas

No	Alat	Fungsi
1.	Digester	Digester merupakan sebuah reaktor hampa udara sebagai tempat proses dekomposisi bahan baku dengan kondisi tanpa oksigen. Karakteristik umum dari digester adalah alat dengan bagian hampa udara, memiliki sistem <i>input</i> berupa bahan baku (kotoran) dan <i>output</i> berupa pupuk (<i>slurry</i>) serta memiliki sistem <i>output</i> gas.
2.	Pipa	Pipa digunakan sebagai penghubung antara toilet dan digester, agar kotoran dapat dialirkan ke dalam <i>digester</i> . Serta berfungsi sebagai penghubung gas dari digester ke kompor.

2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah teknologi yang mampu menghubungkan perangkat komunikasi (*communication device*) dengan perangkat elektronik serta menggunakan koneksi internet sebagai media komunikasinya. Penggunaan *IoT* untuk mengawasi dan mengontrol sebuah sistem telah banyak digunakan, seperti yang dilakukan oleh N. Kurniawan. (2020) [11] dalam penelitiannya yang berfokus pada sistem monitoring energi listrik dan pengendali *Automatic Transfer Switch (ATS)* dengan *IoT* untuk pembangkit listrik tenaga surya. E. Maulana. Dkk. (2017) [12] juga menggunakan *Internet of Things* memonitoring sistem *Smart Grid* melalui telegram dan website. Dengan adanya *IoT* diharapkan komunikasi antara *device* dan *user* lebih cepat, akurat, digitalisasi, *realtime*, dan *up to date*. *IoT* yang digunakan pada PLTS atap kali ini menggunakan arduino *ethernet shield* yang akan dihubungkan dengan *server Ubidot* untuk menampilkan data yang ada.

2.4 Tipikal Konsumsi Energi Rumah Tangga

Menurut PT Energy Management Indonesia (2016) ada 4 macam ruang yang perlu dihitung konsumsinya dalam sebuah rumah yaitu: ruang keluarga/kamar, dapur dan kamar mandi. Pada ruang keluarga, peralatan yang mungkin adalah TV set, *audio/stereo*, lampu HE dan kipas angin [13]. Tipikal konsumsi energi listrik dan lama pemakainya per hari dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 3. Peralatan Listrik di Ruang Keluarga

No	Alat	Watt	Durasi (jam)
1	TV Set	150	8
2	Audio/Stereo	50	2
3	AC Split $\frac{1}{2}$ PK	430	8
4	Komputer	140	5
5	Lampu HE	12	8
6	Kipas Angin	103	8

Tabel 4. Peralatan Listrik di Dapur

No	Alat	Watt	Durasi (jam)
1	Microwave	12700	0,5
2	Blender	130	0,5
3	Kompur Listrik	380	4
4	Magic Jar	465	1
5	Kulkas	50	12
6	Setrika	300	12
7	Dispenser	6	22
8	Pemanggang Roti	380	0,5

3. Hasil dan Pembahasan

Konsep *smart home base* diimplementasikan dengan asumsi rancangan perumahan sederhana, pada rancangan ini kemudian dilakukan perhitungan teknis kelayakan.

3.1 Perencanaan Perumahan *Smart Home Base*

Inovasi perancangan pembangunan perumahan *smart home base* ini bertujuan untuk tempat tinggal masyarakat yang menggunakan sistem Energi Baru Terbarukan (EBT). Pada perumahan ini terdapat 2 tipe perumahan, yaitu tipe 1 memiliki ukuran 7 x 6 m dan tipe 2 ukuran 8 x 6 m. perumahan ini menggunakan metode *smart home base* yang merupakan perumahan yang menggunakan energi ramah lingkungan. Perumahan ini menggunakan sistem hybrid yang merupakan penggabungan antara panel surya dengan *thermoelectric (Seebeck)*, serta penggunaan biogas sebagai bahan bakar untuk memasak. Pada perumahan ini terhubung langsung pada tiang distribusi. Tiang distribusi ini berfungsi sebagai

penyuplai listrik dari gardu induk ke perumahan ini, dan juga dapat berfungsi sebagai penyumbang listrik dari perumahan panel surya, ketika tegangan yang dihasilkan perumahan ini berlebihan.

Konsep perumahan ini telah dipasang *thermoelectric seebeck* sebanyak 8 buah yang memiliki spesifikasi 12 V. *Seebeck* ini terpasang di setiap perumahan dan berada pada atap, hal ini bertujuan agar dapat menyerap panas dari panel surya sehingga tegangan yang dihasilkan dapat optimal. Pemasangan ini terhubung dengan baterai pada panel surya dan perumahan ini terhubung dengan tiang distribusi sebagai arus listrik cadangan. Tiang distribusi digunakan ketika terjadi konsleting pada sistem panel surya dan *thermoelectric seebeck*. Sehingga penduduk yang ada pada perumahan *smart home base* tetap akan teraliri arus listrik. Pada perumahan ini menggunakan sistem *hybrid* yang menggabungkan sistem panel surya, *thermoelectric seebeck* dan terhubung dengan tiang distribusi.

Perencanaan perumahan *smart home base* ini terpasang sistem PLTS atap *hybrid thermoelectric generator* dan terdapat biogas dibelakang rumah. Desain dari perumahan *smart home base* dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Perumahan *smart home base* pada panel surya

Desain perumahan ini telah disediakan halaman belakang yang memiliki fungsi sebagai tempat biogas. Pada biogas memiliki ukuran diameter 2 meter dan tinggi 3 meter yang diletakan di dalam tanah. Sumber bahan dalam biogas ini terdapat pada toilet yang telah disediakan dan 2 rumah terdapat 1 reaktor biogas. Hasil dari biogas tersebut adalah pupuk cair (*slurry*) dan gas yang akan digunakan sebagai memasak. Desain dari biogas dapat dilihat pada **Gambar 5**.

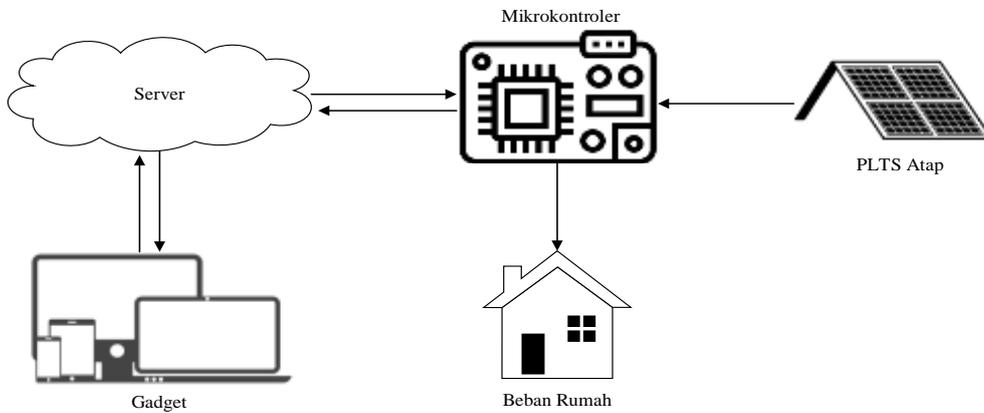


Gambar 4. Penempatan biogas perumahan *smart home base*

3.2 Perencanaan Sistem IoT (*Internet of Thing*) Perumahan *Smart Home Base*

Teknologi berbasis IoT (*internet of thing*) berguna untuk optimalisasi penghematan energi dalam rumah. Pengukuran penggunaan daya listrik biasanya dilakukan dengan menggunakan alat ukur sederhana dan

pencatatan masih manual sehingga data yang didapat tidak bisa dilakukan setiap saat dan hasilnya terlalu lama untuk didapatkan. Adanya sistem monitoring daya listrik berbasis IoT dapat diperiksa secara *real time* dengan akses melalui jaringan internet, untuk menghubungkan ke internet alat ini menggunakan *ethernet shield*, dan untuk tampilan monitoring di internet menggunakan *Ubidot*. Sehingga dengan adanya teknologi IoT sangat membantu dalam penghematan energi dalam rumah yang dapat diakses dalam genggam *smarthphone*. Skema IoT perumahan *smart home base* dapat dilihat pada **Gambar 6** :



Gambar 6. Skema IoT perumahan *smart home base*

3.3 Perhitungan Rumus Energi

Perhitungan energi perumahan *smart home base* tiap rumah diasumsikan bahwa rumah sederhana ditempati oleh keluarga dengan kebutuhan energi dasar seperti lampu, kulkas, kipas angin, TV, pompa air, setrika, dan mesin cuci [14]. Untuk memenuhi kebutuhan energi diperlukan 7 lampu, kulkas, pompa air, *rice cooker*, kipas angin, TV, dan setrika. **Tabel 5** di bawah ini menunjukkan perhitungan energi yang digunakan setiap hari.:

Tabel 5. Kebutuhan Daya Harian Rumah Tangga

Komponen	Konsumsi Daya (W)	Lama Penggunaan (h)	Konsumsi Energi (Wh)
Kipas angin	55	12	660
Kulkas	100	24	2400
Lampu LED (7 buah)	56	12	672
Mesin cuci	350	0,5	175
Pompa air	125	4	500
<i>Rice cooker</i>	300	2	600
Setrika	300	0,5	150
TV	50	5	250
Total	1336	60	5407

Total daya = 1.336 watt

Total konsumsi energi = 5.407 Wh

Perkiraan rugi-rugi = 15%

Total energi keseluruhan = Total konsumsi energi + (Total konsumsi energi × rugi-rugi)
 = 5.407 + (5.407 × 15%)
 = 6.218,05 Wh

Perhitungan Kapasitas Inverter

Toleransi daya = 20%

Total daya = 1.336 watt

$$\begin{aligned}\text{Daya inverter} &= \text{Total daya} + (\text{Total daya} \times \text{Toleransi daya}) \\ &= 1.336 + (1.366 \times 20\%) \\ &= 1.603,2 \text{ watt}\end{aligned}$$

Inverter yang terdapat di pasaran mendekati perhitungan kapasitas inverter adalah sebesar 2.000 watt.

Perhitungan Kapasitas Baterai

$$C = \frac{N \times Ed}{Vs \times Dod \times Eff}$$

$$C = \frac{2 \times 6333,05}{12 \times 0,8 \times 0,9}$$

$$C = 1.465,98 \text{ Ah/hari}$$

$$\begin{aligned}\text{Energi baterai} &= \text{Tegangan baterai} \times C \\ &= 12 \times 1.465,98 \\ &= 17.591,8 \text{ Wh}\end{aligned}$$

$$\text{Spesifikasi baterai} = 12 \text{ v } 200 \text{ Ah} = 2.400 \text{ Wh}$$

$$\text{Kapasitas baterai} = \frac{\text{Energi baterai}}{\text{Spek baterai}}$$

$$\text{Kapasitas baterai} = \frac{17.591,8}{2.400}$$

$$\text{Kapasitas baterai} = 7,33 = 8 \text{ unit baterai}$$

Analisis Waktu Pengisian Baterai (accu)

Lama waktu pengisian baterai (accu) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$h = \left(\frac{Ah}{A} \right)$$

$$h = \left(\frac{100}{16} \right)$$

$$h = 6,25 \text{ Jam, belum ditambah defisiensi baterai } 20\%, \text{ sehingga ;}$$

$$h = 6,25 + (20\% \times 6,25)$$

$$h = 6,25 + 1,25$$

$$h = 7,5 \text{ Jam} = 7 \text{ jam } 30 \text{ menit}$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk pengisian baterai hingga penuh selama 7 jam 30 menit

Perhitungan Kapasitas Panel Surya

$$\text{Waktu efektif radiasi} = 5 \text{ jam}$$

$$\text{Daya kebutuhan panel surya} = \frac{\text{Energi baterai}}{\text{Waktu efektif}}$$

$$\text{Daya kebutuhan panel surya} = \frac{17.591,8}{5}$$

$$\text{Daya kebutuhan panel surya} = 3.518,36 \text{ Wp}$$

$$\text{Spesifikasi panel surya} = 450 \text{ Wp}$$

$$\text{Jumlah panel surya} = \frac{\text{Daya kebutuhan panel}}{\text{Spesifikasi panel}}$$

$$\text{Jumlah panel surya} = \frac{3.518,36}{450}$$

$$\text{Jumlah panel surya} = 7,81 = 8 \text{ unit panel surya}$$

Analisa Biaya Perencanaan

Analisa biaya perancangan perumahan *smart home base* terdapat 2 tipe rumah yaitu tipe 1 memiliki ukuran 7 x 6 m dengan 1 ruangan tamu, 2 kamar tidur, 1 ruang dapur dan 1 toilet. Sedangkan untuk tipe 2 memiliki ukuran 8 x 6 dengan 1 ruang tamu, 3 kamar tidur, 1 ruang dapur dan 1 toilet. Jenis pembiayaan yang disesuaikan dengan pemilihan tipe rumah yaitu:

Rincian Biaya Pembuatan Rumah Tipe 1 :

Tabel 6. Rincian Biaya Pembuatan Rumah Tipe 1

No	Bahan	Jumlah	Harga
1	Panel Surya	8 Buah	Rp 9.600.000
2	Inverter	1 Buah	Rp 2.650.000
3	Solar Charger Controller (SCC)	1 Buah	Rp 220.000
4	Baterai	8 Buah	Rp 10.400.000
5	Seebeck	32 Buah	Rp 3.520.000
6	Digester	1 Buah	Rp 5.000.000
7	Komponen kelistrikan lainnya	1 Set	Rp 3.000.000
8	Perumahan Tipe 1	1 Unit	Rp 150.000.000
Total			Rp 184.390.000

Rincian Biaya Pembuatan Rumah Tipe 2 :

Tabel 7. Rincian Biaya Pembuatan Rumah Tipe 2

No	Bahan	Jumlah	Harga
1	Panel Surya	8 Buah	Rp 9.600.000
2	Inverter	1 Buah	Rp 2.650.000
3	Solar Charger Controller (SCC)	1 Buah	Rp 220.000
4	Baterai	8 Buah	Rp 10.400.000
5	Seebeck	32 Buah	Rp 3.520.000
6	Digester	1 Buah	Rp 5.000.000
7	Komponen kelistrikan lainnya	1 Set	Rp 3.000.000
8	Perumahan Tipe 1	1 Unit	Rp 200.000.000
Total			Rp 234.390.000

3.4 Analisa SWOT

Berikut analisa *SWOT* pada konsep rancang bangun *smart home base* berbasis *IoT* untuk skala perumahan.

Table 8. Analisa SWOT

Kekuatan (<i>strengths</i>)	Kelemahan (<i>weaknesses</i>)
- Sumber energi surya yang melimpah	- Biaya pemasangan awal yang cukup tinggi
- Ramah lingkungan tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca dan polusi udara	- Ketegantungan pada kondisi cuaca
- Penghematan biaya jangka panjang	
- Pemeliharaan yang relatif rendah	
- <i>Smart Home</i> dapat dikendalikan melalui gawai	
- Sistem PLTS <i>hybrid</i> dengan <i>thermoelectric</i>	
Peluang (<i>opportunities</i>)	Ancaman (<i>threats</i>)
- Intensif dan dukungan pemerintah	- Persaingan dengan sumber energi konvensional
- Peningkatan penggunaan energi terbarukan	- Keterbatasan teknologi

4. Kesimpulan

Smart home base merupakan konsep yang mempertimbangkan metode yang efisien dalam pembangunan dan penyediaan energi secara mandiri yang berbasis energi terbarukan untuk penghematan biaya serta

mendukung program pemerintah untuk ketahanan energi 2030. Energi terbarukan yang diaplikasikan pada konsep *smart home base* memanfaatkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dihybrid dengan *Thermoelectric Generator* serta biogas untuk bahan bakar kompor pengganti LPG. Pemanfaatan teknologi berbasis IoT (*internet of thing*) untuk optimalisasi penghematan energi dalam rumah. Konsep perumahan diasumsikan dengan rancangan perumahan sederhana dengan konsumsi energi harian sebesar 5.507 Wh dan daya 1.336 watt. Sistem PLTS yang digunakan 450 Wp sebanyak 8 unit panel surya, kapasitas baterai 12 v 200 Ah sebanyak 8 unit baterai, dan inverter dengan daya 2000 Watt.

References

- [1] esdm, "Hingga 2030, Permintaan Energi Dunia Meningkatkan 45 %," KESDM, 26 November 2008. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/hingga-2030-permintaan-energi-dunia-meningkat-45->. [Accessed 26 2 2023].
- [2] P. PLN, "PLN.co.id," 06 2020. [Online]. Available: <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2020/11/Statistik-Indonesia-2019.pdf>. [Accessed 10 03 2023].
- [3] R. Siburian, "Pertambangan Batu Bara : Antara Mendulang Rupiah dan Menebar Potensi Konflik," *Masyarakat Indonesia*, vol. 38, no. 1, pp. 69-92, 2012.
- [4] B. P. Statistik, "Konsumsi LPG di Indonesia Mencapai 4,44 Juta Ton," 08 12 2021. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/pressrelease/2021/12/08/1898/konsumsi-lpg-di-indonesia-mencapai-4-44-juta-ton.html>. [Accessed 23 03 2023].
- [5] S. Y. Aszhura, "Potensi Sumber Biogas Berbasis Tinja Pada Suatu Cluster Perumahan," *Jurnal Fisika dan Terapannya*, vol. 4, no. 1, pp. 33-39, 2021.
- [6] K. E. d. S. D. M. (ESDM), "Statistik Energi Baru dan Terbarukan Indonesia 2021," 2021. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-sebt-indonesia-2021-3.pdf>. [Accessed 23 03 2023].
- [7] M. F. H. H. Dwi Anggraeni, "Rancang Bangun Ruang Pintar minimalis Tenaga Surya dengan Sistem Kontrol Berbasis Arduino," *Jurnal Sutet*, vol. 7, no. 2, pp. 69-132, 2017.
- [8] S. Alawi, B. Zainuri, T. Meisam, Y. Shahrakbah, A. A. Suraini, H. M. Ali and S. Yoshihito, "The Effect of Higher Sludge Recycling Rate of Anaerobic Treatment of Palm Oil Mill Effluent in a Semi-Commercial Closed Digester for Renewable Energy," *Biotechnology*, vol. 5, pp. 1-6, 2009.
- [9] M. Khalil, M. A. Berawi, R. Heryanto and A. Rezalie, "Waste to energy technology: The potential of sustainable biogas production from animal waste in Indonesia," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 105, pp. 323-331, 2018.
- [10] P. Abdeshahian, J. S. Lim, W. S. Ho, H. Hashim and C. T. Lee, "Potential of biogas production from farm animal waste in Malaysia," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 60, pp. 714-723, 2016.
- [11] N. Kurniawan, Sistem Monitoring Energi Listrik dan Pengendali Automatic Transfer Switch (ATS) dengan Internet of Things untuk Pembangkit Listrik Tenaga surya, Universitas Negeri Semarang, 2020.
- [12] E. Maulana, L. Ardhenta, R. K. Subroto, P. Mudjiraharjo and H. SuRyono, "Wireless Smart Grid Monitoring System Based on Internet of Things (IoT) via Telegram and Website," *4th Renewable Energy and Green Technology International Conference (REEGETECH)*, pp. 1-5, 2017.
- [13] P. E. M. Indonesia, 2016. [Online]. Available: <https://nasional.kompas.com/read/2008/07/17/11275859/yuk.menghitung.pemakaian.listrik.di.rumah>.
- [14] R. A. H, "KONSEP RUMAH MENGGUNAKAN ENERGI SURYA," *Buletin Profesi Insinyur*, vol. 1, no. 1, pp. 5-6, 2018.